

L'AGILITE, UN OUTIL POUR LA FORMALISATION DES MODELES DE PROBLEMES TRIZ

Ariane Wolff^{1,2}, Jean-François Omhover¹, Claude Gazo¹, Baptiste Hervé²

¹ Arts & Métiers ParisTech – Laboratoire CPI, 151 Bd de l'Hôpital – 75013 Paris

² e.l.m. leblanc – Groupe Bosch, 126 rue de Stalingrad – 93700 Drancy

Résumé : En contexte industriel, l'innovation est un atout clé pour faire face à la concurrence. Il existe de nombreuses méthodes d'innovation parmi lesquelles TRIZ se distingue par son approche scientifique et les outils qu'elle propose. Cependant, la mise en œuvre de cette méthode en industrie se révèle complexe et coûteuse car elle nécessite une quantité très importante d'informations et de connaissances, ce qui la rend très chronophage. L'objectif de notre recherche est de proposer une optimisation de l'application de TRIZ afin d'en faciliter l'adoption en contexte industriel. Pour cela, nous souhaitons mobiliser les apports des méthodes agiles dans l'élaboration des modèles de problèmes de TRIZ afin de guider la recherche d'informations.

Mots clés : TRIZ, agilité, modèles de problèmes, innovation, théorie C-K

1 INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de transition énergétique, notamment dans le secteur du bâtiment, secteur le plus énergivore en France, des réglementations sont mises en place afin de réduire les consommations énergétiques et de favoriser l'utilisation d'énergies renouvelables. Les entreprises doivent donc apporter des solutions innovantes leur permettant de conserver une place privilégiée face à la concurrence, en proposant des systèmes en accord avec ces réglementations.

Le partenaire industriel de ce projet, l'entreprise e.l.m. leblanc, est spécialisée dans la production d'appareils pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Depuis 1996, cette entreprise a intégré la division Thermotechnique du groupe Bosch. Dans ce contexte actuel de réduction des dépenses énergétiques dans le secteur du bâtiment, l'énergie consommée par le chauffage ou l'eau chaude sanitaire représente un enjeu important.

Depuis quelques années, le pôle innovation d'e.l.m. leblanc a recours à des méthodes d'innovation, notamment TRIZ, afin d'apporter des solutions innovantes pour se démarquer dans un secteur toujours plus concurrentiel.

Le projet qui fait l'objet de cet article s'inscrit dans ce contexte de mise en œuvre de TRIZ. Son objectif industriel est d'apporter des solutions innovantes permettant de réduire les consommations énergétiques des produits afin d'anticiper les réglementations futures. Dans le cadre de cette recherche, nous souhaitons proposer une optimisation de l'utilisation de TRIZ pour la recherche de solutions innovantes, afin de favoriser son adoption en contexte industriel. Pour cela, nous proposons de faire appel aux méthodes agiles pour cibler au mieux le niveau de connaissances requis dans l'élaboration de différents niveaux de modèles de problèmes.

2 ETAT DE L'ART ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Comme nous l'avons expliqué, l'objectif de cette recherche est d'insuffler de l'agilité dans la mise en œuvre de TRIZ afin de cadrer la recherche d'informations lors de la modélisation du problème. Nos recherches bibliographiques se sont alors concentrées autour de trois axes : la théorie TRIZ et ses outils, les méthodes agiles et la théorie C-K pour la gestion des connaissances.

2.1. TRIZ

2.1.1. Présentation de la théorie TRIZ

TRIZ, acronyme russe pour "théorie de résolution des problèmes inventifs", est une méthode qui propose des outils de résolution systématique de problèmes. Cette théorie a été développée par G. Altshuller, à partir de 1946, grâce à l'analyse d'un nombre considérable de brevets d'inventions [1]. Sa force réside dans ses fondements de capitalisation de connaissances et d'expériences depuis plus de 50 ans, ainsi que dans son approche originale du problème par l'abstraction.

TRIZ est un outil puissant de résolution de problèmes inventifs, dont le principe réside dans l'élaboration de modèles de problèmes abstraits [2]. Cette abstraction est favorable à la stimulation de la créativité et permet en outre d'envisager un champ de solutions plus large via des analogies. Ci-dessous (Figure 1) le schéma général de résolution de problème par TRIZ [3] :

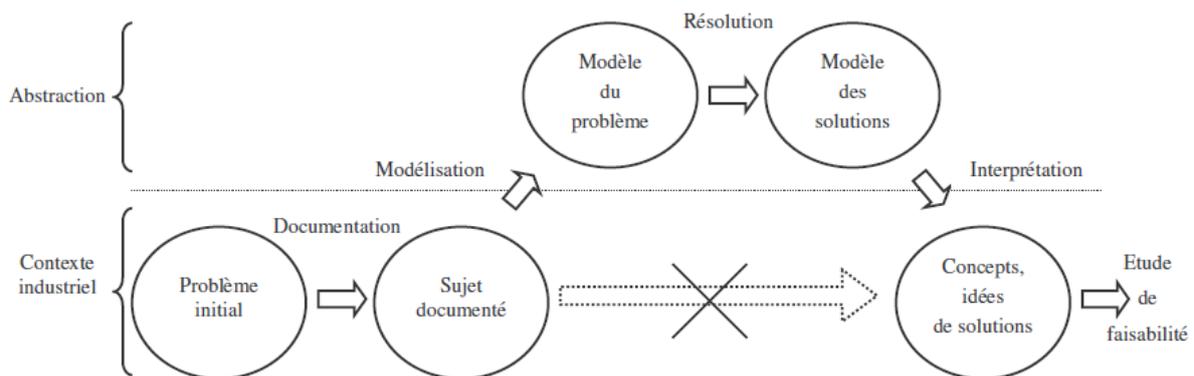


Figure 1. Démarche générale de résolution de problème avec TRIZ

La formulation du modèle de problème est une étape clé de la mise en œuvre de TRIZ car elle influence directement la qualité des solutions obtenues : "Un problème bien posé est à moitié résolu" [4]. Pour aboutir à une formulation abstraite et générique du problème, TRIZ propose plusieurs outils, différents par leurs approches mais dont le but commun est d'aider l'inventeur à s'affranchir de sa vision initiale et restreinte du problème, appelée blocage psychologique.

Nous détaillerons certains des outils de la théorie visant à la modélisation générique du problème, puis nous exposerons les outils TRIZ adaptés permettant la résolution du problème et enfin nous verrons quelles sont les limites actuelles de cette théorie.

2.1.2. Concepts fondamentaux de la théorie TRIZ

G. Altshuller a dégagé lors de ses recherches quatre concepts fondamentaux sur lesquels se fonde sa théorie [5] :

- L'**idé**alité, qui permet par l'abstraction de définir une solution utopique mais optimale appelée Résultat Idéal Final (RIF),
- L'**inertie psychologique**, qui fait que le concepteur se base sur son expertise et adopte souvent une vision restreinte du problème,

- Les **lois d'évolution**, ces lois régissent l'évolution des systèmes techniques, ainsi leur connaissance permet de l'anticiper,
- Les **contradictions**, elles sont à la source de tout problème, il est nécessaire de les identifier pour les dépasser.

Dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons tout particulièrement à l'élaboration des modèles de problèmes. Pour cela, nous allons détailler chacun de ces quatre concepts.

L'idéalité

L'idéalité est une notion fondamentale de la théorie TRIZ, elle constitue le but inatteignable vers lequel on essaye de tendre au maximum. Le Résultat Idéal Final (RIF) constitue la solution absolument idéale qui réalise la fonction attendue avec l'ensemble des performances sans exister physiquement et donc sans générer aucune dépense, ni aucun effet négatif, par exemple aucun impact sur l'environnement. En effet, le RIF possède toutes les fonctions utiles sans aucune fonction néfaste ni aucun coût. Par exemple, il ne consomme aucune énergie, n'a pas de poids, ne coûte rien... G. Altshuller caractérise le RIF de la manière suivante : *“Le RIF est une fantaisie de l'esprit, un rêve. Il est inaccessible, mais il ouvre la voie vers la résolution du problème.”* [6] Dans le contexte d'application de TRIZ, la formulation d'un RIF permet de clarifier les attentes réelles du problème et de sortir du cadre habituel afin d'établir un contexte stimulant pour l'innovation.

Dans le cadre de notre recherche, constitué de différents niveaux de modèles de problèmes, nous établirons des RIF locaux propres à chaque niveau.

L'inertie psychologique

La perception de la difficulté d'un problème dépend de la personne à laquelle le problème est soumis. En effet, la capacité à résoudre un problème dépend de l'expérience de la personne, de ses compétences dans le domaine en question ou encore de ses habitudes ou du langage utilisé. C'est ce que G. Altshuller qualifie comme étant l'inertie psychologique [7], il estime que c'est l'un des principaux freins à la créativité et qu'elle empêche de trouver des solutions qui peuvent pourtant apparaître par la suite comme évidentes. Cette inertie psychologique est l'un des fondamentaux dont G. Altshuller tente de s'affranchir au travers de sa théorie. C'est notamment pour cette raison qu'il accorde une importance primordiale à la reformulation du problème par un modèle générique abstrait. Dans l'application de la méthode TRIZ, il est important d'être conscient de l'existence de cette inertie psychologique afin d'éviter de s'y soumettre. G. Altshuller propose, dans sa théorie, divers outils ayant pour but le déblocage de l'inertie psychologique et la reformulation du problème.

Les lois d'évolution

Selon G. Altshuller : *“L'évolution des systèmes techniques obéit strictement à des lois objectives et n'est nullement un processus aléatoire”* [8]. La théorie TRIZ considère que les systèmes techniques évoluent selon un déterminisme décrit par les lois d'évolution [9].

Une des particularités de l'application de TRIZ est d'observer le système à travers ces lois d'évolution afin d'envisager les tendances de développement propres au système. Les recherches sur les brevets d'invention entreprises par G. Altshuller ont permis d'établir ces lois d'évolution [9], elles sont au nombre de huit et sont divisées en trois grandes catégories :

- Les lois statiques : qui permettent d'observer le système dans l'état actuel à un instant t et qui ont pour objectif de vérifier l'intégrité structurelle et fonctionnelle du système.
- Les lois cinématiques : qui dirigent l'évolution du système en tenant compte d'un repère espace/temps plus large.
- Les lois dynamiques : qui permettent de se renseigner sur les évolutions du système en tenant compte des éléments internes du système.

Dans le cadre de notre recherche, une approche systémique grâce à ces lois nous a permis de formuler des modèles de problèmes.

Les contradictions

Selon G. Altshuller : *“A l’origine de tout problème d’inventivité, on trouve une contradiction”*, c’est pourquoi les contradictions sont la notion de la théorie TRIZ [10]. Ainsi, pour être résolu, le problème doit être reformulé sous la forme de contradictions. Il existe trois types de contradictions [11] :

- Les contradictions organisationnelles : *“Je sais quoi mais je ne sais pas comment !”* [12]. Elles correspondent à la formulation initiale du problème, ce n’est pas un modèle de problème mais uniquement une description de celui-ci qui permet par la suite d’énoncer des contradictions techniques et physiques.
- Les contradictions techniques : *“Je sais comment, mais à cause de ça, ça devient pire !”* [12]. Elles résultent de l’opposition de deux paramètres du système qui ont des évolutions antagonistes. Ainsi, lorsqu’on essaye d’améliorer un de ces deux paramètres, l’autre se détériore et vice-versa. L’outil de résolution de ce type de problème est la matrice des contradictions.
- Les contradictions physiques : *“Je sais quoi et comment, mais je ne sais pas avec quels moyens !”* [12]. Elles résultent de deux requêtes antagonistes sur un même paramètre. Ainsi, ce type de contradiction traduit une situation impossible qui ne se résout que par des compromis. La subtilité de TRIZ réside dans le refus du compromis. La résolution de ce type de contradictions s’envisage grâce aux 11 principes de séparation.

Dans le cadre de notre recherche, nous avons formulé nos modèles de problèmes sous forme de contradictions techniques et physiques. Dans cet état de l’art, nous ne détaillerons pas les outils de résolution proposés par la théorie TRIZ car nous nous focalisons dans ce travail sur l’élaboration des modèles de problèmes.

2.1.3. Limites de TRIZ

La théorie TRIZ propose différents outils permettant la constitution des modèles de problèmes. Cependant, leur niveau d’exigence en termes de précision nécessite une documentation conséquente souvent incompatible avec l’efficacité inhérente au contexte industriel où les pertes de temps sont coûteuses. En effet, une forte mobilisation des experts métier est nécessaire, d’une part pour l’élaboration des modèles de problème puisque ce sont eux les plus à même de documenter efficacement les périmètres techniques, et d’autre part lors de la recherche de solutions. En outre, le formalisme des outils [13] ne permet pas de définir précisément ces besoins de documentation et d’établir le niveau de détail à atteindre. C’est sur ce point particulier que s’appuie la problématique de notre recherche.

2.2. Agilité

2.2.1. Les méthodes agiles

Les méthodes agiles sont des approches itératives et incrémentales qui favorisent le travail collaboratif et permettent d’obtenir des résultats en accord avec les évolutions de la demande [14].

Initialement, ces méthodes ont été développées pour le domaine de l’informatique [15] au début des années 2000, mais elles sont transposables et s’appliquent aujourd’hui à différents domaines notamment la conception de produit [16].

Le principe de l’agilité est d’aboutir à un résultat vraiment pertinent en accumulant la connaissance itération par itération via les tests successifs de prototypes intermédiaires. L’intérêt majeur de ces méthodes réside dans l’élimination du travail superflu synonyme de pertes de temps [17]. De plus, l’utilisation de l’agilité permet d’évoluer dans un environnement flou et incertain, tel que nous pouvons considérer la recherche d’informations dans l’élaboration des modèles de problèmes TRIZ.

2.2.2. La méthode SCRUM

Il existe différentes approche agiles, mais la méthode SCRUM, de par sa forme, est l'une des plus populaires. Elle propose une structure constituée de courtes phases de travail itératives appelées "sprints" [18]. Cette méthode est très appropriée pour la gestion de projet, informatique notamment, car elle prône la productivité, la flexibilité, la créativité, ainsi que la réactivité face aux problèmes qui peuvent survenir au court d'un projet [19]. Elle est particulièrement efficace pour l'organisation collaborative et se met facilement en place autour d'une équipe. Chaque sprint a une durée fixe pour laquelle des objectifs et des livrables sont définis et priorisés. Cette gestion de projet sous forme itérative permet de mener un projet de manière flexible en y intégrant des améliorations permanentes.

Dans le cadre de notre projet, c'est plutôt la structure de cette méthode avec la présence d'itérations qui nous intéresse. Nous souhaitons intégrer les apports de l'agilité dans la mise en œuvre de TRIZ en construisant itérativement différents niveaux de modèles de problèmes. Ces itérations agiles permettraient de cibler la recherche d'informations pour l'élaboration des modèle afin d'apporter de l'efficacité à l'application de TRIZ.

2.3. Théorie C-K

2.3.1. Présentation de la théorie C-K

La théorie C-K est née à l'Ecole des Mines de Paris au sein du Centre de Gestion Scientifique qui a structuré l'option Ingénierie de la Conception, en 1994 avec A.Hatchuel, B. Weil, P. le Masson et B. Segrestin [20]. Leur projet né de leurs observations sur le fait que les théories traditionnelles de conception sont inadaptée à la conception innovante. En effet, ces théories traditionnelles se basent sur la modélisation des objets et des connaissances de manière logique, ainsi que sur une optimisation de l'existant [21]. Or la conception innovante nécessite un recours à la recherche et à différentes expertises permettant une remise en cause de l'identité de l'objet.

En 1996, A. Hatchuel esquisse les premiers grands principes de cette théorie qui sera par la suite consolidée par B. Weil [20] dont les premières publications apparaîtront en 1999 [22].

L'objectif de cette théorie est de s'affranchir de l'identité de l'objet et de guider la conception innovante en générant des concepts variés, originaux, ayant de la valeur et robustes (car basés sur des connaissances) qui peuvent mener à des innovations radicales [23].

La théorie C-K a été très rapidement validée sur le plan international et fait aujourd'hui l'objet de différentes publications et thèses. De plus, elle a rapidement fait ses preuves en industrie où elle permet d'améliorer considérablement les stratégies d'innovation [20].

2.3.2. Principe de la théorie C-K

Cette théorie généralise des concepts mathématiques empruntés à la théorie des ensembles aux domaines de la créativité et de la conception.

Pour cela, la théorie montre que le raisonnement innovant se base sur la construction simultanée de deux ensembles régis par les logiques différentes [22] :

- l'ensemble C (Concepts) constitué de concepts imaginaires, partiellement inconnus
- l'ensemble K (Knowledge) constitué des connaissances, propositions logiques vraies ou fausses.

Ensuite, la théorie modélise les interactions entre les deux ensembles ou au sein même d'un ensemble par des opérateurs. La démarche permet d'analyser les opérations cognitives qui font que ces interactions génèrent de nouvelles connaissances ou de nouveaux concepts.

La théorie C-K démontre que l'espace C est nécessairement arborescent, résultat contre-intuitif puisque cet espace représente l'inconnu, l'inconnu est donc structuré [22].

Les apports notables de cette théorie sur notre recherche se focalisent sur l'espace K des connaissances et en particulier sur le processus contrôlé [24] qui fait que cet espace se construit progressivement.

2.4. Problématique et objectifs de la recherche

L'objectif de la recherche sera d'optimiser l'utilisation de TRIZ en définissant l'effort optimum à allouer à la formalisation du modèle de problème en amont de la recherche de solutions.

La recherche portera donc sur la problématique suivante : Comment bénéficier de l'agilité pour générer efficacement des modèles de problèmes innovants dans la mise en œuvre de TRIZ ?

3 PROPOSITION DE METHODE

Cette recherche consiste à réaliser des "prototypes" de modèles de problèmes. De la même façon que dans l'application des méthodes agiles en informatique, les tests utilisateurs successifs permettent de converger vers un résultat satisfaisant, nous chercherons à construire successivement des modèles de problèmes de plus en plus "élaborés" et nous les testerons auprès des équipes de conception qui constituent, dans ce processus, les utilisateurs de TRIZ.

Le sens donné au terme "élaboré" dans le cadre de notre étude est : "au plus proche du phénomène physique", c'est-à-dire que plus notre modèle est élaboré, plus il rend compte du phénomène physique microscopique qui régit le système.

Pour établir ces différents niveaux de modèles de problèmes, nous procédons à une construction progressive d'une "roadmap de connaissances", de la même manière que l'espace des connaissances est progressivement enrichi dans la théorie C-K.

4 EXPERIMENTATION

La démarche globale utilisée dans le cadre de la mise en œuvre de TRIZ pour ce projet se découpe en quatre étapes principales :

1. **Phase initiale** : durant cette phase, on pose le problème initial du système technique considéré et on identifie le RIF global, c'est-à-dire la solution utopique idéale que l'on souhaite obtenir.
2. **Phase d'élaboration des modèles de problèmes** : cette phase est composée de plusieurs itérations qui permettent d'élaborer les différents niveaux de modèles de problèmes. La première itération est un cas à part puisqu'on établit des modèles de problèmes, formulés sous forme de contradictions et de RIF locaux, avec la faible quantité de connaissances que l'on a sur le problème. A partir de ces premiers modèles de problèmes, on s'interroge plus en détail sur les différents points et on note ces interrogations dans une roadmap qui est alimentée à chaque itération et permet de faire la transition entre chacun des niveaux de modèles de problèmes. Ensuite, chaque itération est composée des trois étapes suivantes (Figure 2) :

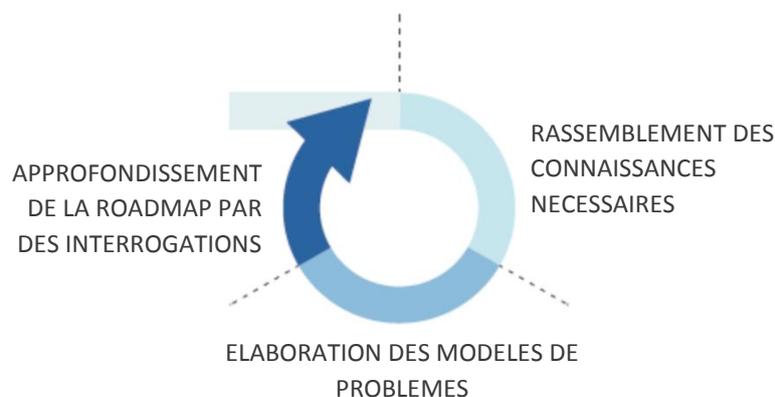


Figure 2. Schéma d'une itération

- Une première étape qui consiste à rassembler les connaissances nécessaires en vue de répondre aux interrogations posées lors de l'élaboration des modèles de problèmes du niveau précédent. Ces interrogations sont orientées vers une exploration plus fine, plus détaillée des problèmes. Cette étape permet d'enrichir la roadmap des connaissances avec des données relatives à un niveau de plus en plus détaillé, allant du macroscopique au microscopique.
 - Une deuxième étape qui consiste à établir les modèles de problèmes sous formes de contradictions physique et techniques, à partir des nouvelles connaissances rassemblées.
 - Une troisième étape qui consiste à s'interroger sur les modèles que l'on vient d'établir, afin d'alimenter la roadmap des connaissances avec de nouvelles questions qui permettront de comprendre le système plus en détail, au plus proche du phénomène physique.
3. **Phase de recherche de solutions** : nous entrons dans cette phase une fois que les différents niveaux de modèles de problèmes ont été établis. On rassemble alors les experts métier afin de réaliser un workshop pour la recherche de solutions. Durant ce workshop, on présente/rappelle aux experts métiers quels sont les outils de résolution TRIZ à leur disposition. Puis on leur soumet par ordre croissant d'élaboration les différents modèles de problèmes et on les accompagne dans la recherche de solutions.
 4. **Phase de sélection des solutions** : cette étape constitue la dernière étape de notre démarche de mise en place de TRIZ sur le problème considéré. Chacun des concepts générés nécessitera une étude de faisabilité afin de sélectionner les concepts les plus pertinents à développer en vue d'être industrialisés.

Le synoptique ci-dessous (Figure 3) reprend la démarche générale de la méthode, qui peut comporter un, deux voir trois niveaux ou plus de modèles de problèmes :

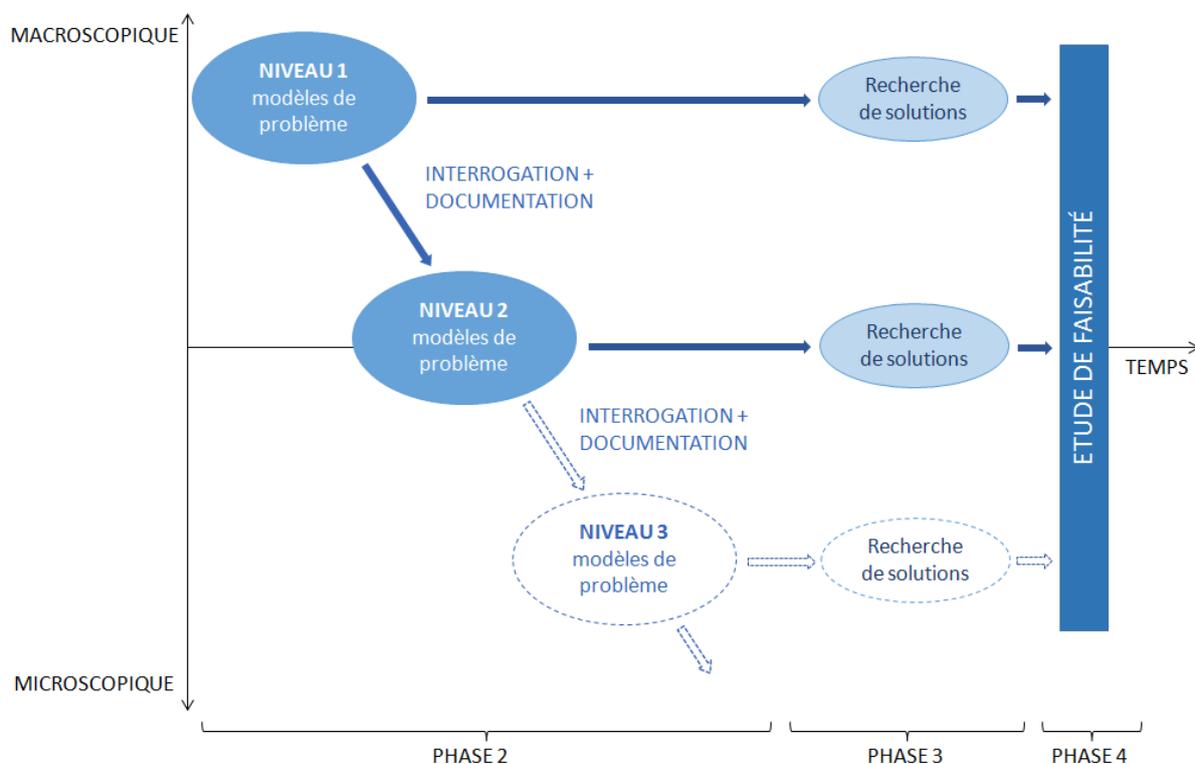


Figure 3. Démarche expérimentale

A ce jour, nous en sommes encore dans la phase d'élaboration des modèles de problèmes. Dans un premier temps, à partir de nos connaissances sommaires sur le système, nous avons utilisé la première

loi d'évolution statique associée à la notion d'idéalité et de RIF local afin d'établir les premiers modèles de problèmes, qui constitue notre premier niveau de modèles de problèmes, ou premier "prototype". Ces modèles ont suscité des interrogations que nous avons inscrites dans la roadmap des connaissances.

A l'aide d'une recherche plus détaillée sur le système nous avons pu répondre à ces interrogations et réaliser une modélisation du problème de manière plus microscopique. Ces modèles de problèmes obtenus constituent notre deuxième niveau. A nouveau, nous avons été confrontés à des interrogations, nous les avons retranscrites dans la roadmap des connaissances. Cette fois-ci nous n'avons pas pu répondre à l'ensemble des interrogations de manière autonome, donc nous avons eu des échanges avec un expert métier afin de construire le troisième niveau de modèles de problèmes, plus proche encore des phénomènes physiques qui régissent le système.

Par la suite, nous verrons s'il est nécessaire d'établir d'autres niveaux de modèles de problèmes, puis nous poursuivrons la démarche décrite ci-dessus en amorçant la troisième phase.

5 RESULTATS

A travers cette étude, nous cherchons à caractériser la performance relative des modèles de problèmes en fonction de leur degré de sophistication. Cela permettra par la suite d'optimiser l'utilisation de TRIZ dans l'entreprise en identifiant, dès les phases amont de son utilisation, le degré de sophistication des modèles de problèmes qu'il est nécessaire d'atteindre en vue d'obtenir des solutions pertinentes. Pour cela, l'idée est d'établir, pour le problème posé, des modèles de problèmes de différents niveaux, et d'évaluer leur performance relative en termes de qualité des solutions obtenues.

A ce jour, nous avons établi les modèles de problèmes des trois premiers niveaux. La nature de ces modèles de problèmes étant différente selon les niveaux, on peut espérer obtenir des solutions variées. Pour la suite du projet nous allons réaliser la session TRIZ de recherche de solutions et en fonction des concepts et solutions générées, nous proposerons de premiers éléments de conclusion.

De plus, ce workshop sera également l'occasion d'échanger de manière plus approfondie sur le système technique et d'amener les experts métier à traiter de sujets susceptibles d'alimenter la roadmap des connaissances et donc de nourrir la réflexion pour de nouveaux modèles de problèmes.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce projet de recherche a pour but de démontrer que l'utilisation des méthodes agiles dans la formulation de modèles de problèmes est fructueuse et permet de générer des solutions pertinentes dans des délais acceptables pour l'industrie.

Pour le moment, le projet n'a pas encore permis de valider cette hypothèse mais de premiers modèles de problèmes ont été mis en place de manière satisfaisante grâce aux méthodes agiles, dans des délais acceptables avec un recours très modéré à l'expertise.

Une perspective future du projet consisterait à appliquer les boucles d'itération non pas simplement sur l'élaboration des modèles de problèmes mais au cycle complet incluant la recherche et la sélection de familles de solutions.

REFERENCES

- [1] Altshuller, G. S., Shulyak, L., & Rodman, S., *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical Innovation Center, 1999.
- [2] Altshuller, G. S., *Creativity as an exact science*. Gordon and Breach, 1984.
- [3] Boldrini, J. C., *L'accompagnement des projets d'innovation. Le suivi de l'introduction de la méthode TRIZ dans des entreprises de petite taille*. Doctoral dissertation, Université de Nantes, 2005.
- [4] Galarreta D. & Trousse B., *Place de l'argumentation dans la conception d'outils d'assistance à une activité de résolution de problème*, Topoi et gestion des connaissances, 1996.
- [5] Dubois, S., *Contribution à la formulation des problèmes en conception de systèmes techniques. Etude basée sur la TRIZ*. Doctoral dissertation, INSA de Strasbourg, 2004.
- [6] Altshuller, G. S., *Et soudain apparut l'inventeur*. Ed. Seredinski, 2002.
- [7] Cavallucci, D., *TRIZ: l'approche altshullerienne de la créativité*. Techniques de l'ingénieur. L'Entreprise industrielle, vol n 2, p1-18, 1999.
- [8] Altshuller, G. S., & Shulyak, L., *And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving*, Technical Innovation Center p54, 1996.
- [9] Savransky, S. D., *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*, CRC Press, 2000.
- [10] Choulier, D., *TRIZ: un état d'esprit*. Laboratoire M3M Equipe Conception Innovante et Distribuée, Université de technologie de Belfort–Montbéliard, 2004.
- [11] Altshuller, G., *40 principes d'innovation: TRIZ pour toutes applications*. A. Seredinski, 2004.
- [12] Cavallucci, D., *La TRIZ, initiation et pratique*, LRPS, INSA Strasbourg, 2001.
- [13] Dubois, S., Lutz, P., Rousselot, F., & Caillaud, E, *A formal model for the representation of problems based on TRIZ*. In International Conference on Engineering Design, ICED 05, 2005.
- [14] Rota, V. M., & Tabaka, J., *Gestion de projet: vers les méthodes agiles*. Eyrolles 2008.
- [15] Beck, K., & al., www.agilemanifesto.org, site dédié au Manifeste agile signé par 17 méthodologues en développement de logiciels.
- [16] Cicoria, S., Sherlock, J., Clarke, L., & Muniswamaiah, M., *IDEO and Design Thinking as an Agile Innovation Practice*, 2013.
- [17] Williams, L., & Cockburn, A., *Guest Editors' Introduction: Agile Software Development: It's about Feedback and Change*, Computer p39-43, 2003.
- [18] Vickoff, J., *Méthode Agile-Les meilleures pratiques, Compréhension et mise en oeuvre*. Ed. QI, 2009.
- [19] Aubry, C., *Scrum-3e éd.: Le guide pratique de la méthode agile la plus populaire*. Dunod, p5-10, 2013.
- [20] Agogué, M., Arnoux, F., Brown, I., & Hooge, S., *Introduction à la Conception Innovante: éléments théoriques et pratiques de la théorie CK*. Presses des MINES, 2013.
- [21] L'école des Mines ParisTech, *Théorie et méthodes de la conception innovante*. <http://cgs-mines-paristech.fr/tmci/presentation>, consulté le 8 juin 2016.
- [22] Hatchuel A, Weil B (1999) *Pour une théorie unifiée de la conception, Axiomatiques et processus collectifs*. CGS Ecole des Mines / GIS cognition-CNRS, Paris
- [23] *Innovation : "C-K c'est quoi ?" Présentation d'une nouvelle méthode de conception de produits*. Vidéo intrapra, consultée le 8 juin 2016.
- [24] Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A., *Les processus d'innovation: conception innovante et croissance des entreprises*. Hermes science publ., 2006.

Contact principal : Ariane Wolff

Coordonnées :

ariane.wolff@gmail.com

+33(0)637059967